

FUEL CELL AND ITS CONTROL METHOD

Publication number: JP2004031135

Publication date: 2004-01-29

Inventor: ENJOJI NAOYUKI; KIKUCHI HIDEAKI; KOSAKA YUICHIRO

Applicant: HONDA MOTOR CO LTD

Classification:

- international: H01M8/24; H01M8/04; H01M8/10; H01M8/24; H01M8/24; H01M8/04; H01M8/10; H01M8/24; (IPC1-7): H01M8/24; H01M8/04; H01M8/10

- European: H01M8/04B2; H01M8/04C2E

Application number: JP20020186099 20020626

Priority number(s): JP20020186099 20020626

Also published as:



US7354670 (B2)
US2004091761 (A1)
DE10328583 (A1)
CA2433167 (A1)

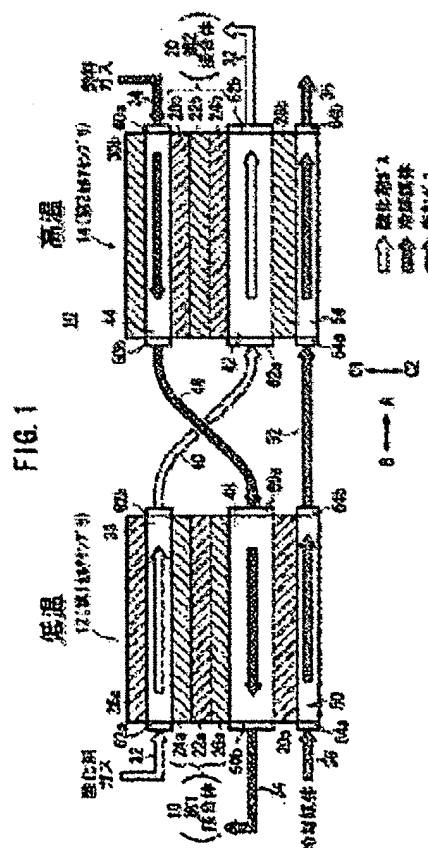
Report a data error here

Abstract of JP2004031135

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve power generating performance by controlling relative humidity in reaction gas by adjusting a reaction gas passage in a fuel cell, and controlling a temperature by adjusting a coolant passage.

SOLUTION: The fuel cell 10 is composed of cell assemblies 12 and 14, and they are connected by a fuel gas communication passage 46, an oxidizer gas communication passage 40, and a coolant communication passage 52. A fuel gas adjusting mechanism, an oxidizer gas adjusting mechanism, and a coolant adjusting mechanism are connected to the fuel gas communication passage 46, the oxidizer gas communication passage 40, and the coolant communication passage 52. By operating each of the adjusting mechanisms, temperatures of the cell assemblies 12 and 14, relative humidity in fuel gas, and relative humidity in oxidizer gas are adjusted.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-31135

(P2004-31135A)

(43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int. Cl.⁷

F1

テーマコード(参考)

H01M 8/24

H01M 8/24

R

5H026

H01M 8/04

H01M 8/04

J

5H027

H01M 8/10

H01M 8/04

K

H01M 8/04

T

H01M 8/04

X

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2002-186099 (P2002-186099)

(22) 出願日

平成14年6月26日(2002.6.26)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(74) 代理人 100077665

弁理士 千葉 剛宏

(74) 代理人 100116676

弁理士 宮寺 利幸

(74) 代理人 100077805

弁理士 佐藤 辰彦

(72) 発明者 円城寺 直之

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

(72) 発明者 菊池 英明

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

最終頁に続く

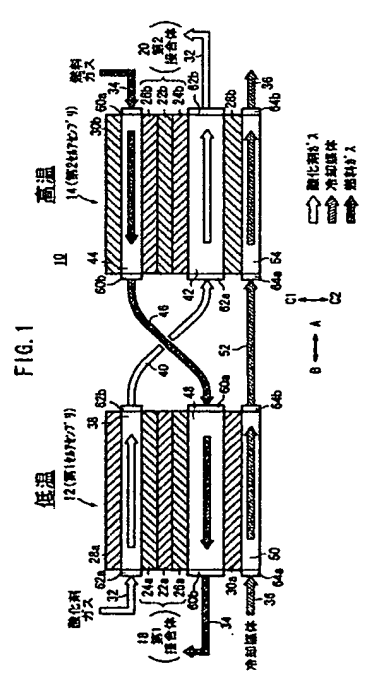
(54) 【発明の名称】 燃料電池およびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池における反応ガスの流路の調節による反応ガス中の相対湿度の制御および冷却媒体の流路の調節による温度の制御によって発電性能を向上させる。

【解決手段】 燃料電池10は、セルアセンブリ12、14から構成され、それぞれ燃料ガス連通路46と、酸化剤ガス連通路40と、冷却媒体連通路52とにより接続される。これらの燃料ガス連通路46、酸化剤ガス連通路40および冷却媒体連通路52には、それぞれ燃料ガス調節機構、酸化剤ガス調節機構および冷却媒体調節機構が接続される。これらの各調節機構の操作によりセルアセンブリ12、14内の温度、燃料ガス中の相対湿度および酸化剤ガス中の相対湿度をそれぞれ調節する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

固体高分子電解質膜をアノード側電極とカソード側電極とで挟んで構成される接合体を有する複数の単位セルによりセルアセンブリを構成し、該セルアセンブリに反応ガスおよび冷却媒体を供給および／または循環させるために、前記セルアセンブリの少なくとも一部分に前記各単位セルにわたって直列的に連通する反応ガス流路および冷却媒体流路を備え、
前記単位セル間にわたされた部位に、前記反応ガス流路の中、燃料ガスを流通する燃料ガス流路に連通する燃料ガス出入流路が設けられ、
前記燃料ガス出入流路には燃料ガス調節機構が接続され、該燃料ガス調節機構は前記燃料ガスの流量およびその流れ方向を制御することを特徴とする燃料電池。

【請求項2】

請求項1記載の燃料電池において、
前記単位セル間にわたされた部位に、前記反応ガス流路の中、酸化剤ガスを流通する酸化剤ガス流路に連通する酸化剤ガス出入流路がさらに設けられ、
前記酸化剤ガス出入流路には酸化剤ガス調節機構が接続され、該酸化剤ガス調節機構は前記酸化剤ガスの流量およびその流れ方向を制御することを特徴とする燃料電池。

【請求項3】

請求項1または2記載の燃料電池において、
前記冷却媒体流路であって、前記単位セル間にわたされた部位に冷却媒体出入流路が設けられ、
前記冷却媒体出入流路には冷却媒体調節機構が接続され、該冷却媒体調節機構は前記冷却媒体の流量およびその流れ方向を制御することを特徴とする燃料電池。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか1項に記載の燃料電池において、
前記セルアセンブリの前記単位セルが少なくとも2つ並置されてなることを特徴とする燃料電池。

【請求項5】

固体高分子電解質膜をアノード側電極とカソード側電極とで挟んで構成される接合体を有する複数の単位セルによりセルアセンブリを構成し、該セルアセンブリに反応ガスおよび冷却媒体を供給および／または循環させるために、前記セルアセンブリの少なくとも一部分に前記各単位セルにわたって直列的に連通する反応ガス流路および冷却媒体流路を備える燃料電池の制御方法であって、
前記反応ガス流路の中、燃料ガス流路を流れる燃料ガスを燃料ガス調節機構の操作によって制御することにより、前記セルアセンブリの温度および相対湿度を調節することを特徴とする燃料電池の制御方法。

【請求項6】

請求項5記載の制御方法において、
前記反応ガス流路の中、酸化剤ガス流路を流れる酸化剤ガスを酸化剤ガス調節機構の操作によって制御することにより、前記セルアセンブリの温度および相対湿度を調節することを特徴とする燃料電池の制御方法。

【請求項7】

請求項5記載の制御方法において、
前記冷却媒体流路であって、前記単位セル間にわたされた部位に冷却媒体出入流路が設けられ、冷却媒体調節機構の操作によって前記冷却媒体の前記冷却媒体出入流路への供給および／または導出を制御することで、前記セルアセンブリの温度および相対湿度を調節することを特徴とする燃料電池の制御方法。

【請求項8】

請求項5～7のいずれか1項に記載の制御方法において、
前記セルアセンブリの始動時には、前記冷却媒体が最初に導入される前記単位セル側を運

転するように前記反応ガスおよび冷却媒体を制御することを特徴とする燃料電池の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、反応ガスと冷却媒体の流量を制御することを可能とした燃料電池およびその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、固体高分子電解質型燃料電池（PEFC）は、高分子イオン交換膜からなる電解質膜を採用している。すなわち、この電解質膜の両側に、それぞれカーボンを主体とする基材に貴金属系の触媒電極層を接合したアノード側電極およびカソード側電極を対設した接合体（電解質膜・電極構造体）を冷却媒体の流路を含むセパレータ（バイポーラ板）で挟持することにより構成される単位セル（単位発電セル）を備える。通常、この単位セルを複数個積層し、セルアセンブリ（セル組立体）として使用する。

【0003】

この種の燃料電池において、アノード側電極に供給された燃料ガス、例えば、主に水素を含有するガス（以下、水素含有ガスともいう。）は、触媒電極上でイオン化され、前記電解質膜を介してカソード側電極側へと移動する。その間に生じた電子が外部回路に取り出され、直流の電気エネルギーとして利用される。

【0004】

なお、カソード側電極には、酸化剤ガス、例えば、主に酸素を含有するガスあるいは空気（以下、酸素含有ガスともいう。）が供給されているために、このカソード側電極において、水素イオン、電子および酸素が反応して水（以下、反応生成水ともいう。）が生成される。

【0005】

ところで、前記セルアセンブリでは、例えば、車載用として使用する際に、比較的大きな出力が要求される反面、小型化が要求されることから、比較的小型な単位セルを複数個積層する構造が開発されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前述したセルアセンブリでは、低負荷且つ低温の場合や、高負荷且つ高温の場合のように状況が変化する中で、セルアセンブリの運転状態を反応ガス（燃料ガスおよび酸化剤ガス）の入口側単位セルと出口側単位セルとでそれぞれ最適化することができない場合があった。すなわち、単位セルの積層方向に温度分布が発生し易くなるとともに、燃料ガス中や酸化剤ガス中の相対湿度にも変動が生じる。これらの温度分布や相対湿度の変動に起因して、例えば、温度が上昇することによって電解質膜が乾燥してくると、該電解質膜中における水素イオンの移動が阻害されて抵抗体となるために、発電性能が低下するに至る。一方、酸化剤ガス中の相対湿度が高くなると、カソード側電極において、該相対湿度とともに反応生成水により水分過多となり、ガス流路に結露や水詰まりが生じて酸化剤ガスの流れが阻害され、その結果、カソード側電極での反応が起こり難くなり発電性能が低下する。

【0007】

本発明は、前記課題に鑑みてなされたものであり、反応ガスの流れおよび冷却媒体の流れを制御することにより、負荷や温度等の状況に応じてセルアセンブリの運転を最適化することが可能な燃料電池およびその制御方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る燃料電池は、固体高分子電解質膜をアノード側電極とカソード側電極とで挟んで構成される接合体を有する複数個の単位セルによりセルアセンブリを構成し、該セル

アセンブリに反応ガスおよび冷却媒体を供給および／または循環させるために、前記セルアセンブリの少なくとも一部分に前記各单位セルにわたって直列的に連通する反応ガス流路および冷却媒体流路を備え、

前記単位セル間にわたされた部位に、前記反応ガス流路の中、燃料ガスを流通する燃料ガス流路に連通する燃料ガス出入流路が設けられ、

前記燃料ガス出入流路には燃料ガス調節機構が接続され、該燃料ガス調節機構は前記燃料ガスの流量およびその流れ方向を制御することを特徴とする（請求項1の発明）。

【0009】

本発明に係る燃料電池によれば、複数個の単位セルで構成されるセルアセンブリの中、少なくとも一部分に前記各单位セルにわたって直列的に連通する反応ガス流路および冷却媒体流路が備えられる。また、各单位セル間にわたされた部位には、反応ガス流路の中、燃料ガス流路に連通する燃料ガス出入流路が設けられ、前記燃料ガス出入流路には燃料ガス調節機構が接続される。これにより、各单位セル間における燃料ガスの流量およびその流れ方向が制御され、前記各单位セル内での燃料ガス中の温度および相対湿度の変動が抑制されるので、電解質膜の乾燥、あるいは水分過多による反応ガス流路の結露や水詰まりが回避される。その結果、各单位セル内での電気化学反応が安定化し且つ促進されるので、燃料電池の発電性能を向上させることができる。

【0010】

この場合、前記単位セル間にわたされた部位に、前記反応ガス流路の中、酸化剤ガスを流通する酸化剤ガス流路に連通する酸化剤ガス出入流路がさらに設けられ、前記酸化剤ガス出入流路には酸化剤ガス調節機構が接続され、該酸化剤ガス調節機構は前記酸化剤ガスの流量およびその流れ方向を制御するとよい（請求項2の発明）。この酸化剤ガスの流量およびその流れ方向の制御によっても、前記各单位セル内での酸化剤ガス中の温度および相対湿度の変動が抑制されるので、電解質膜の乾燥、あるいは水分過多による反応ガス流路の結露や水詰まりが回避される。その結果、各单位セル内での電気化学反応が安定化し且つ促進されるので、燃料電池の発電性能を向上させることができる。

【0011】

また、本発明に係る燃料電池において、前記冷却媒体流路であって、前記単位セル間にわたされた部位に冷却媒体出入流路が設けられ、前記冷却媒体出入流路には冷却媒体調節機構が接続され、該冷却媒体調節機構は前記冷却媒体の流量およびその流れ方向を制御するとよい（請求項3の発明）。これにより、各单位セル内での積層方向の温度が均一化され、電解質膜の乾燥、あるいは水分過多による反応ガス流路の結露や水詰まりが回避される。その結果、各单位セル内での電気化学反応がより安定化し且つ促進されるので、燃料電池の発電性能をより向上させることができる。

【0012】

さらに、本発明に係る燃料電池において、前記セルアセンブリの前記単位セルが少なくとも2つ並置されるとよい（請求項4の発明）。これにより、複数個の単位セルにより構成されるセルアセンブリの中、少なくとも一部分の各单位セルが並置されるので、例えば、各单位セルが一体的に構成される場合に比較して、前記各单位セルが相互に及ぼす温度および相対湿度の影響を極めて小さく抑えられる。その結果、各单位セル内での電気化学反応がより一層安定化し且つ促進され、燃料電池の発電性能を一層向上させることができる。

【0013】

また、本発明に係る燃料電池の制御方法は、固体高分子電解質膜をアノード側電極とカソード側電極とで挟んで構成される接合体を有する複数個の単位セルによりセルアセンブリを構成し、該セルアセンブリに反応ガスおよび冷却媒体を供給および／または循環させるために、前記セルアセンブリの少なくとも一部分に前記各单位セルにわたって直列的に連通する反応ガス流路および冷却媒体流路を備える燃料電池の制御方法であって、前記反応ガス流路の中、燃料ガス流路を流れる燃料ガスを燃料ガス調節機構の操作によって制御することにより、前記セルアセンブリの温度および相対湿度を調節することを特徴

とする(請求項5の発明)。

【0014】

本発明に係る燃料電池の制御方法によれば、複数個の単位セルで構成されるセルアセンブリの中、少なくとも一部分に前記各単位セルにわたって直列的に連通する反応ガス流路および冷却媒体流路が備えられ、前記反応ガス流路の中、燃料ガス流路を流れる燃料ガスを燃料ガス調節機構の操作によって制御することにより、前記各単位セル内における燃料ガス中の温度および相対湿度を調節するようにしている。これにより、各単位セル内の電解質膜の乾燥、あるいは水分過多による反応ガス流路の結露や水詰まりが回避される。その結果、各単位セル内での電気化学反応が安定化し且つ促進されるので、燃料電池の発電性能を向上させることができる。

【0015】

この場合、前記反応ガス流路の中、酸化剤ガス流路を流れる酸化剤ガスを酸化剤ガス調節機構の操作によって制御することにより、前記セルアセンブリの温度および相対湿度を調節するとよい(請求項6の発明)。この酸化剤ガスを制御することによっても、前記各単位セル内における酸化剤ガス中の温度および相対湿度が調節されるので、各単位セル内の電解質膜の乾燥、あるいは水分過多による反応ガス流路の結露や水詰まりが回避される。その結果、各単位セル内での電気化学反応が安定化し且つ促進されるので、燃料電池の発電性能を向上させることができる。

【0016】

また、本発明に係る燃料電池の制御方法において、前記冷却媒体流路であって、前記単位セル間にわたされた部位に冷却媒体出入流路が設けられ、冷却媒体調節機構の操作によって前記冷却媒体の前記冷却媒体出入流路への供給および/または導出を制御することで、前記セルアセンブリの温度および相対湿度を調節するようにしている(請求項7の発明)。これにより、各単位セル内での積層方向の温度が制御され、電解質膜の乾燥、あるいは水分過多による反応ガス流路の結露や水詰まりが回避される。その結果、各単位セル内での電気化学反応がより安定化し且つ促進されるので、燃料電池の発電性能をより向上させることができる。

【0017】

さらに、本発明に係る燃料電池の制御方法において、前記セルアセンブリの始動時には、前記冷却媒体が最初に導入される前記単位セル側を運転するように前記反応ガスおよび冷却媒体を制御するようにしている(請求項8の発明)。これにより燃料電池が車両等に搭載された際に、該燃料電池の暖気運転が速やかに行われ、始動直後の車両の走行時において、比較的高温側のセルアセンブリの電圧低下によるストール(stall)を回避することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態に係る燃料電池についてその制御方法との関係で好適な実施の形態を挙げ、添付の図面を参照しながら詳細に説明する。

【0019】

図1は、本発明の実施の形態に係る燃料電池10の要部概略構成図である。

【0020】

燃料電池10は、第1セルアセンブリ12および第2セルアセンブリ14から構成される。第1セルアセンブリ12は、酸化剤ガス(反応ガス)と冷却媒体の流れ方向(矢印A方向)上流側のセルアセンブリを構成し、第2セルアセンブリ14は、酸化剤ガスと冷却媒体の流れ方向下流側のセルアセンブリを構成する。

【0021】

第1セルアセンブリ12および第2セルアセンブリ14は、第1および第2接合体18、20を備える。第1および第2接合体18、20は、固体高分子電解質膜22a、22bと、前記固体高分子電解質膜22a、22bを挟んで配設されるカソード側電極24a、24bおよびアノード側電極26a、26bとを有する。固体高分子電解質膜22aは低

温型電解質膜（例えば、HC（炭化水素）膜）である一方、固体高分子電解質膜22bは高温型電解質膜（例えば、パーフルオロスルホン酸膜）であり、前記固体高分子電解質膜22aは、前記固体高分子電解質膜22bよりも低温で該固体高分子電解質膜22bと同等の発電性能を発揮する。

【0022】

カソード側電極24a、24bおよびアノード側電極26a、26bは、カーボンを主体とする基材に貴金属系の触媒電極層を接合して構成されており、その面には、例えば、多孔質層である多孔質カーボンペーパー等からなるガス拡散層が形成されている。

【0023】

第1接合体18では、カソード側電極24aが上向き（矢印C1方向）に配置されるとともに、アノード側電極26aが下向き（矢印C2方向）に配置される。一方、第2接合体20では、アノード側電極26bが上向き（矢印C1方向）に配置されるとともに、カソード側電極24bが下向き（矢印C2方向）に配置される。

【0024】

第1および第2接合体18、20のカソード側電極24a、24b側に第1セパレータ28a、28bが配設されるとともに、前記第1および第2接合体18、20のアノード側電極26a、26b側に第2セパレータ30a、30bが配設される。

【0025】

第1セルアセンブリ12は、第1接合体18を構成するカソード側電極24aと第1セパレータ28aとの間に矢印A方向に延在する第1酸化剤ガス流路38を備える。この第1酸化剤ガス流路38は、後述する酸化剤ガス連通路（酸化剤ガス出入流路）40に連通し、さらに第2セルアセンブリ14を構成する第2接合体20のカソード側電極24bと第1セパレータ28bとの間に形成される第2酸化剤ガス流路42に連通する。

【0026】

第1酸化剤ガス流路38と、酸化剤ガス連通路40と、第2酸化剤ガス流路42とは、それぞれ酸化剤ガス排出口62bと酸化剤ガス供給口62aとを介して第1セルアセンブリ12および第2セルアセンブリ14にわたって直列的に連通している。さらに、酸化剤ガス連通路40は、酸化剤ガスの温度、相対湿度および流量等を制御するために、後述する酸化剤ガス調節機構（反応ガス調節機構）78に接続される（図3参照）。

【0027】

なお、図1中、参照数字32は、第1セルアセンブリ12および第2セルアセンブリ14に、それぞれ酸化剤ガス供給口62aおよび酸化剤ガス排出口62bを介して、酸化剤ガス調節機構78を接続するための酸化剤ガス循環流路を示す。

【0028】

第2セルアセンブリ14は、第2接合体20を構成するアノード側電極26bと第2セパレータ30bとの間に矢印B方向に延在する第1燃料ガス流路44が形成される。この第1燃料ガス流路44は、後述する燃料ガス連通路（燃料ガス出入流路）46に連通し、さらに第1セルアセンブリ12を構成する第1接合体18のアノード側電極26aと第2セパレータ30aとの間に形成される第2燃料ガス流路48に連通する。

【0029】

第1および第2燃料ガス流路44、48は、第2および第1酸化剤ガス流路42、38に対して第2および第1接合体20、18の両面側に沿って互いに対向流に設定される。第1燃料ガス流路44と、燃料ガス連通路46と、第2燃料ガス流路48とは、それぞれ燃料ガス排出口60bと燃料ガス供給口60aとを介して第2セルアセンブリ14から第1セルアセンブリ12にわたって直列的に連通している。さらに、燃料ガス連通路46は、燃料ガスの温度、相対湿度および流量等を制御するために、後述する燃料ガス調節機構（反応ガス調節機構）76に接続される（図2参照）。

【0030】

なお、図1中、参照数字34は、第2セルアセンブリ14および第1セルアセンブリ12に、それぞれ燃料ガス供給口60aおよび燃料ガス排出口60bを介して、燃料ガス調節

機構76を接続するための燃料ガス循環流路を示す。

【0031】

第1セルアセンブリ12の第2セパレータ30aには、第2燃料ガス流路48と対向流をなして第1冷却媒体流路50が形成される。この第1冷却媒体流路50は、冷却媒体連通路(冷却媒体出入流路)52に連通し、さらに第2セルアセンブリ14を構成する第1セパレータ28bの第2酸化剤ガス流路42と平行流をなす第2冷却媒体流路54に連通する。

【0032】

第1冷却媒体流路50と、冷却媒体連通路52と、第2冷却媒体流路54とは、それぞれ冷却媒体排出口64bと冷却媒体供給口64aとを介して第1セルアセンブリ12から第2セルアセンブリ14にわたって直列的に連通している。さらに、冷却媒体連通路52は、冷却媒体の温度および流量等を制御するために、後述する冷却媒体調節機構80に接続される(図8参照)。また、図1中、参照数字36は、第1セルアセンブリ12および第2セルアセンブリ14に、それぞれ冷却媒体供給口64aおよび冷却媒体排出口64bを介して、冷却媒体調節機構80を接続するための冷却媒体循環流路を示す。

【0033】

なお、本実施の形態では、第1セルアセンブリ12および第2セルアセンブリ14において、第1および第2接合体18、20をそれぞれ一組ずつ含む場合を例示して説明した。実際には、燃料電池10に要求される出力電圧に対応して、第1および第2接合体18、20が、前記各流路38、48、50および42、44、54と、前記各セパレータ28a、30aおよび28b、30bとを含んで単位セルを構成し、この単位セルがそれぞれ複数個積層されたセルアセンブリ(12、14)として燃料電池10の使用に供される。

【0034】

さらに、本実施の形態では、第1セルアセンブリ12および第2セルアセンブリ14は、概ね水平方向に並置された形態を示しているが、この形態に限定されるものではなく、例えば、(鉛直方向に)積み重ねた形態でもよいことは勿論である。

【0035】

また、前記各循環流路32、34および36と各連通路40、46および52は、一般的なパイプあるいはチューブ等を含む配管手段により構成される。さらに、燃料電池10は、前記配管手段を介さずに、第1セルアセンブリ12と第2セルアセンブリ14とを一体的に構成し、その内部に前記配管手段に代替する流路を設けても構わない。

【0036】

次に、本実施の形態に係る燃料電池10における燃料ガス調節機構76、酸化剤ガス調節機構78および冷却媒体調節機構80について説明する。

【0037】

図2に示すように、燃料ガス調節機構76は、第1セルアセンブリ12の燃料ガス排出口60bおよび第2セルアセンブリ14の燃料ガス供給口60aに連結される燃料ガス循環流路34と、燃料ガスを循環させるための燃料ガスポンプ90と、水素含有ガス等の燃料ガスを貯蔵する燃料タンク92と、燃料ガス中の水素、水分および酸素を含む空気を分離する分離器94と、燃料ガスを加湿するための第1加湿器100とを備える。

【0038】

また、燃料ガス調節機構76は、燃料ガス循環流路34における燃料ガスの流量に応じた負圧により燃料タンク92から燃料ガスを供給するためのイジェクタポンプ(ejector pump)102と、燃料ガス循環流路34における流路の切り替えを行う電磁バルブ等からなる切替バルブ104、106、108と、燃料ガス中の水分および空気を外気へ放出するためのパージ(purge)バルブ110とを備える。なお、燃料ガス循環流路34には、図示しない流量計や、温度、湿度あるいは圧力等の検出手段、および、燃料ガス流の圧力を調節するレギュレータ等が配置される。また、ここではイジェクタポンプ102を用いているが、燃料ガスポンプ90で十分に燃料ガスが循環するのであれば、他の構成、例えば、レギュレータとそのバイパス通路であってもよい。

【0039】

図3に示すように、酸化剤ガス調節機構78は、第1セルアセンブリ12の酸化剤ガス供給口62aおよび第2セルアセンブリ14の酸化剤ガス排出口62bに連結される酸化剤ガス循環流路32と、圧縮空気を生成するエアコンプレッサ(A/C)112および図示しないモータ等が連結されたスーパーチャージャ(S/C)114とを備える。

【0040】

この場合、前記酸化剤ガス調節機構78は、酸化剤ガス中から膜等を通して水分を吸湿することにより燃料ガスを加湿する第2加湿器116(図2の第1加湿器100と共用可)と、酸化剤ガス中から膜等を通して吸湿することにより上流の酸化剤ガスを加湿する第3加湿器118と、酸化剤ガス流の圧力を調節するレギュレータ119と、酸化剤ガス循環流路32における流路の切り替えを行う電磁バルブ等からなる切替バルブ120、122、124とを備える。なお、酸化剤ガス循環流路32には、図示しない流量計や、温度、湿度あるいは圧力等の検出手段等が配置される。

【0041】

図8に示すように、冷却媒体調節機構80は、第1セルアセンブリ12の冷却媒体供給口64aと第2セルアセンブリ14の冷却媒体排出口64bとに連通するループ状の冷却媒体循環流路36と、冷却媒体を循環させるためのポンプ126と、前記ポンプ126の出口側に配置されたラジエータ128と、流路の切り替えまたは流量の調節機能と温度検出機能とを備えたサーモバルブ(thermo valve)130、132、134とを備える。なお、酸化剤ガス循環流路32には、図示しない流量計や、温度、湿度あるいは圧力等の検出手段等が配置される。

【0042】

さらに、本実施の形態に係る燃料電池10では、前述した燃料ガス調節機構76、酸化剤ガス調節機構78および冷却媒体調節機構80を含めて燃料電池10を統括して制御するために、図示しない制御部が備えられる。

【0043】

本実施の形態に係る燃料電池10は、基本的には以上のように構成されるものであり、次にその動作並びに作用効果について、反応ガス流制御方法および冷却媒体温度制御方法との関連において説明する。

【0044】

先ず、燃料電池10の概略動作について図1を参照しながら説明する。

【0045】

第1セルアセンブリ12には、一方の酸化剤ガス循環流路32を介して酸化剤ガス供給口62aから空気または酸素含有ガスである酸化剤ガスが供給されるとともに、第2セルアセンブリ14には、一方の燃料ガス循環流路34を介して燃料ガス供給口60aから水素含有ガス等の燃料ガスが供給される。また、第1セルアセンブリ12には、一方の冷却媒体循環流路36を介して冷却媒体供給口64aから純水、エチレングリコールやオイル等の冷却媒体が供給される。

【0046】

第1セルアセンブリ12内に導入された酸化剤ガスは、燃料ガスとの電気化学反応による発電に供される。そして、酸素の一部が消費された酸化剤ガスは、酸化剤ガス排出口62bから排出された後、酸化剤ガス連通路40を介して第2セルアセンブリ14の酸化剤ガス供給口62aへ供給される。次いで、第2セルアセンブリ14内に導入された酸化剤ガスは、燃料ガスとの電気化学反応による発電に供されて酸素が消費された後、酸化剤ガス排出口62bから排出されて、他方の酸化剤ガス循環流路32へと流通される。

【0047】

一方、第2セルアセンブリ14内に導入された燃料ガスは、前記のように酸化剤ガスとの電気化学反応による発電に供される。そして、燃料(水素)の一部が消費された燃料ガスは、燃料ガス排出口60bから排出された後、燃料ガス連通路46を介して第1セルアセンブリ12の燃料ガス供給口60aへ供給される。次いで、第1セルアセンブリ12内に

導入された燃料ガスは、酸化剤ガスとの電気化学反応による発電に供され、水素が消費された後、燃料ガス排出口60bから排出されて他方の燃料ガス循環流路34へと流通される。

【0048】

また、第1セルアセンブリ12内に導入された冷却媒体は、第1セルアセンブリ12の冷却に供された後、冷却媒体排出口64bから排出される。そして、冷却媒体排出口64bから排出された冷却媒体は、冷却媒体連通路52を介して第2セルアセンブリ14の冷却媒体供給口64aへ供給される。次いで、第2セルアセンブリ14内に導入された冷却媒体は、第2セルアセンブリ14の冷却に供された後、冷却媒体排出口64bから排出されて、他方の冷却媒体循環流路36へと流通される。

【0049】

そして、前述した燃料ガスおよび酸化剤ガスが第1セルアセンブリ12および第2セルアセンブリ14に供給されて、電気化学反応により生成された電力は、図示しない集電用電極を介して外部回路に取り出され、直流の電気エネルギーとして利用される。

【0050】

このように、本実施の形態に係る燃料電池10では、前記各連通路40、46および52、または、前記各循環流路34、32および36の各矢印(図1参照)に示すように、燃料ガスが第2セルアセンブリ14から第1セルアセンブリ12へと、酸化剤ガスおよび冷却媒体が第1セルアセンブリ12から第2セルアセンブリ14へと、順次供給される。また、冷却媒体が第1セルアセンブリ12から第2セルアセンブリ14へと供給されるので、基本的には第1セルアセンブリ12は第2セルアセンブリ14に比較して低温側となる。

【0051】

次に、燃料電池10において、その負荷状況に応じた反応ガス流制御方法および冷却媒体の流路制御による燃料電池10の温度制御方法について説明する。なお、ここでは、この燃料電池10が、例えば、自動車等の車両に搭載された状況において説明する。

【0052】

先ず、中・高負荷運転状況(車両が、例えば、一定速度で走行しているか、あるいは登坂走行等をしている状況に相当)の場合について説明する。

【0053】

燃料ガスは、図2に示す矢印の方向にその流れが制御される。すなわち、切替バルブ106および104の切り替え操作と燃料ガスポンプ90の付勢により、イジェクタポンプ102を介して燃料タンク92から供給された燃料ガスは、先ず第2セルアセンブリ14内に導入される。この場合、前記燃料ガスは乾燥されている。なお、第2セルアセンブリ14は比較的高温となるが、第2セルアセンブリ14内における電気化学反応による生成水と、第1セルアセンブリ12から排出された後、第2セルアセンブリ14内に導入される酸化剤ガス中の水分とにより、電気化学反応に十分な水分が確保される。このため、供給された前記燃料ガスが乾燥されていても、第2セルアセンブリ14内の固体高分子電解質膜22aの乾燥は回避される。また、前記の通り、第2セルアセンブリ14は比較的高温となり、水蒸気分圧が上昇するために、第2セルアセンブリ14内における第1燃料ガス流路44に結露が生じることが回避される。

【0054】

第2セルアセンブリ14内での電気化学反応に供された後、排出された燃料ガスは、燃料ガス連通路46を介して第1セルアセンブリ12内に導入される。この第1セルアセンブリ12は、低温の冷却媒体が最初に供給されるために、比較的低温となっているが、この第1セルアセンブリ12内に導入された燃料ガスが、第1セルアセンブリ12内の固体高分子電解質膜22aの電気化学反応に十分な水分が確保されていない場合には、切替バルブ108の切り替え操作を介して、第1加湿器100により所定の相対湿度に調節された燃料ガスが燃料ガス連通路46を介して混合される。そして、第1セルアセンブリ12内での電気化学反応に供された後、排出された燃料ガスは、第1加湿器100および燃料ガ

スポンプ90を通して切替バルブ108へと循環される。

【0055】

一方、酸化剤ガスは、図3に示す矢印の方向にその流れが制御される。すなわち、切替バルブ120、122および124の切り替え操作とスーパーチャージャ114を介してエアコンプレッサ112により供給された酸化剤ガスは、第3加湿器118を通さずに乾燥した状態で第1セルアセンブリ12内に導入される。この場合、第1セルアセンブリ12は、冷却媒体の冷却作用下に比較的低温となっており、第1セルアセンブリ12内における電気化学反応による生成水と、第2セルアセンブリ14から排出された後、第1セルアセンブリ12内に導入された燃料ガス中の水分とにより、電気化学反応に十分な水分が確保される。なお、第1セルアセンブリ12は比較的低温となっており、第1セルアセンブリ12内における第1酸化剤ガス流路38に結露が生じ易い状況であるが、前記酸化剤ガスの乾燥状態はこの結露を回避させる。

【0056】

第1セルアセンブリ12内での電気化学反応に供された後、排出された酸化剤ガスは、酸化剤ガス連通路40を介して第2セルアセンブリ14内に導入される。この第2セルアセンブリ14は、比較的高温となっている。この第2セルアセンブリ14内に導入された酸化剤ガスが、第2セルアセンブリ14内の固体高分子電解質膜22bの電気化学反応に十分な酸素量が確保されていない場合には、切替バルブ120および122の切り替え操作により、レギュレータ119を介して所定の圧力、すなわち所定の流量に調節された酸化剤ガスが酸化剤ガス連通路40を介して混合される。そして、第2セルアセンブリ14内での電気化学反応に供された後、排出された酸化剤ガスは、第2加湿器116において燃料ガス中に水分を与えた後、第3加湿器118を経て外部へ排出される。

【0057】

次に、低負荷運転状況（内燃機関が搭載された車両におけるアイドリング運転の状況に相当）の場合について説明する。

【0058】

燃料ガスは、図4に示す矢印の方向にその流れが制御される。すなわち、切替バルブ106および104の切り替え操作と、燃料ガスポンプ90の付勢と、イジェクタポンプ102の動作とによって燃料タンク92から供給された燃料ガスは、第1加湿器100により予め加湿された燃料ガス（第1セルアセンブリ12から循環された燃料ガス）と混合された後、第2セルアセンブリ14内に導入される。この場合、第2セルアセンブリ14内における電気化学反応による生成水と、第1セルアセンブリ12から排出された後、第2セルアセンブリ14内に導入された酸化剤ガス中の水分とが少ないために予め燃料ガスを加湿する。これにより、第2セルアセンブリ14内における固体高分子電解質膜22bの電気化学反応に十分な水分が確保され、固体高分子電解質膜22bの乾燥が回避される。

【0059】

第2セルアセンブリ14内での反応に供された後、排出された燃料ガスは、燃料ガス連通路46を介して第1セルアセンブリ12内に導入される。第1セルアセンブリ12が比較的低温となっており、この第1セルアセンブリ12内に導入された燃料ガスは、第1セルアセンブリ12内における固体高分子電解質膜22aの電気化学反応に十分な水分が確保されているために、切替バルブ108の切り替え操作による燃料ガスの混合は行われない。そして、第1セルアセンブリ12内での電気化学反応に供された後、排出された燃料ガスは、第1加湿器100、燃料ガスポンプ90を通り、イジェクタポンプ102を介して燃料タンク92から供給された燃料ガスと混合されて循環される。

【0060】

一方、酸化剤ガスは、図5に示す矢印の方向にその流れが制御される。すなわち、切替バルブ120、122および124の切り替え操作と、スーパーチャージャ114の付勢下にエアコンプレッサ112により供給された酸化剤ガスは、第3加湿器118により加湿された後、第1セルアセンブリ12内に導入される。この場合、第1セルアセンブリ12内における電気化学反応による生成水と、第2セルアセンブリ14から排出された後第1

セルアセンブリ 1 2 内に導入された燃料ガス中の水分とが少ないために予め酸化剤ガスを加湿する。これにより、第 1 セルアセンブリ 1 2 内における固体高分子電解質膜 2 2 a の反応に十分な水分が確保され、固体高分子電解質膜 2 2 a の乾燥が回避される。

【 0 0 6 1 】

第 1 セルアセンブリ 1 2 内での反応に供された後、排出された酸化剤ガスは、酸化剤ガス連通路 4 0 を介して第 2 セルアセンブリ 1 4 内に導入される。第 2 セルアセンブリ 1 4 は比較的高温となっているが、この第 2 セルアセンブリ 1 4 内に導入された酸化剤ガスは、第 2 セルアセンブリ 1 4 内においても固体高分子電解質膜 2 2 b の電気化学反応に十分な酸素が確保されているために、切替バルブ 1 2 2 の切り替え操作による酸化剤ガスの混合は行われない。そして、第 2 セルアセンブリ 1 4 内での反応に供された後、排出された酸化剤ガスは、第 2 加湿器 1 1 6 を経て第 3 加湿器 1 1 8 において水分が吸湿された後、外部へ排出される。

【 0 0 6 2 】

続いて、始動時暖気運転状況（内燃機関が搭載された車両における暖気運転の状況に相当）の場合について説明する。

【 0 0 6 3 】

燃料ガスは、図 6 に示す矢印の方向にその流れが制御される。すなわち、燃料ガスポンプ 9 0 からの付勢によって、燃料タンク 9 2 から供給された燃料ガスは、切替バルブ 1 0 6 、1 0 4 および 1 0 8 の切り替え操作により、第 1 セルアセンブリ 1 2 内に導入される。第 1 セルアセンブリ 1 2 から排出された燃料ガスは、第 1 加湿器 1 0 0 により所定の相対湿度に調節された後、前記矢印の方向に循環される。

【 0 0 6 4 】

一方、酸化剤ガスは、図 7 に示す矢印の方向にその流れが制御される。すなわち、スーパーチャージャ 1 1 4 の付勢を介してエアコンプレッサ 1 1 2 から供給された酸化剤ガスは、切替バルブ 1 2 0 の切り替え操作により、第 3 加湿器 1 1 8 を通さずに乾燥した状態で第 1 セルアセンブリ 1 2 内に導入される。第 1 セルアセンブリ 1 2 から排出された酸化剤ガスは、切替バルブ 1 2 2 および 1 2 4 の切り替え操作により、第 2 加湿器 1 1 6 において燃料ガス中から水分を吸湿し、第 3 加湿器 1 1 8 を経て外部へ排出される。

【 0 0 6 5 】

このように、始動時暖気運転状況の場合には、比較的低温である第 1 セルアセンブリ 1 2 のみを運転する。その結果、燃料電池 1 0 の暖気運転が速やかに行われ、始動直後の車両の走行時において、比較的高温である第 2 セルアセンブリ 1 4 の電圧低下によるストール（所謂エンジン停止に相当）を回避することができる。

【 0 0 6 6 】

次に、冷却媒体の流路制御による燃料電池 1 0 の温度制御について説明する。

【 0 0 6 7 】

車両が中・高負荷運転状況の場合、例えば、図 8 に示す実線矢印の方向に冷却媒体の流れが制御される。すなわち、ポンプ 1 2 6 の付勢により循環される冷却媒体は、サーモバルブ 1 3 0 の切り替え操作によりラジエータ 1 2 8 側へ流される。そして、ラジエータ 1 2 8 により冷却された冷却媒体は、第 1 セルアセンブリ 1 2 および第 2 セルアセンブリ 1 4 にそれぞれ導入される。なお、第 1 セルアセンブリ 1 2 から排出された冷却媒体は、サーモバルブ 1 3 2 の切り替え操作によりポンプ 1 2 6 側へ循環される。

【 0 0 6 8 】

また、低負荷運転状況の場合には、前記中・高負荷運転状況の場合において、サーモバルブ 1 3 2 の切り替え操作により第 2 セルアセンブリ 1 4 側へ流され、ラジエータ 1 2 8 から流された冷却媒体と合流させる（図 8 に示す白抜き矢印の方向参照）。さらに、始動時暖気運転状況の場合には、前記中・高負荷運転状況の場合において、サーモバルブ 1 3 0 の切り替え操作によりラジエータ 1 2 8 をバイパスして流される（図 8 に示す破線矢印の方向参照）。

【 0 0 6 9 】

このように、第1セルアセンブリ12および第2セルアセンブリ14におけるそれぞれの温度状況に対応させるために、サーモバルブ130、132および134による冷却媒体の温度検出情報に基づき、前述した図示しない制御部において制御された指令によってサーモバルブ130、132の切り替えを行う。これにより、第1セルアセンブリ12および第2セルアセンブリ14の温度を最適に制御することが可能となる。

【0070】

以上説明したように、本実施の形態に係る燃料電池10およびその制御方法によれば、第1および第2接合体18、20が複数個重ね合わされたセルアセンブリ12、14の中、一方のセルアセンブリ12を比較的低温で運転し、他方のセルアセンブリ14を比較的高温で運転する。また、前記セルアセンブリ12と14の間には、第1および第2酸化剤ガス流路38、42と、第1および第2燃料ガス流路44、48と、第1および第2冷却媒体流路50、54とにそれぞれ連通する酸化剤ガス連通路40と、燃料ガス連通路46と、冷却媒体連通路52とを設けている。さらに、燃料ガス調節機構76の操作により燃料ガス連通路46における燃料ガスの流路を制御し、酸化剤ガス調節機構78の操作により酸化剤ガス連通路40における酸化剤ガスの流路を制御し、しかも、冷却媒体調節機構80の操作により冷却媒体連通路52における冷却媒体の流路を制御する。さらにまた、前記各セルアセンブリ12、14内の温度、燃料ガス中の相対湿度および酸化剤ガス中の相対湿度をそれぞれ調節するようにしている。

【0071】

これにより、それぞれのセルアセンブリ12、14内での第1および第2接合体18、20の積層方向の温度が制御され、且つ燃料ガス中の相対湿度および酸化剤ガス中の相対湿度も制御されるので、固体高分子電解質膜22a、22bの乾燥や水分過多による第1および第2燃料ガス流路44、48、および、第1および第2酸化剤ガス流路38、42の結露や水詰まりが回避される。その結果、各セルアセンブリ12、14内での電気化学反応が安定化し且つ促進されるので、燃料電池10の発電性能を向上させることができる。

【0072】

また、セルアセンブリ12と14とが概ね水平方向に並置された場合には、例えば、セルアセンブリ12と14とが一体的に構成される場合に比較して、セルアセンブリ12と14とが相互に及ぼす温度および相対湿度の影響を極めて小さく抑えられるので、各セルアセンブリ12、14内での電気化学反応がより一層安定化し且つ促進され、燃料電池10の発電性能を一層向上させることができる。

【0073】

【発明の効果】

本発明によれば、以下の効果が得られる。

【0074】

すなわち、セルアセンブリ内の温度が制御され、且つ反応ガス中の相対湿度も制御されるので、固体高分子電解質膜の乾燥、あるいは水分過多による反応ガス流路の結露や水詰まりが回避される。その結果、セルアセンブリ内での電気化学反応が安定化し且つ促進されるので、燃料電池の各負荷状況に応じて発電効率を高められ、セルアセンブリの運転を最適化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る燃料電池の要部概略構成図である。

【図2】本実施の形態に係る燃料ガス調節機構の中・高負荷運転状況における説明図である。

【図3】本実施の形態に係る酸化剤ガス調節機構の中・高負荷運転状況における説明図である。

【図4】本実施の形態に係る燃料ガス調節機構の低負荷運転状況における説明図である。

【図5】本実施の形態に係る酸化剤ガス調節機構の低負荷運転状況における説明図である。

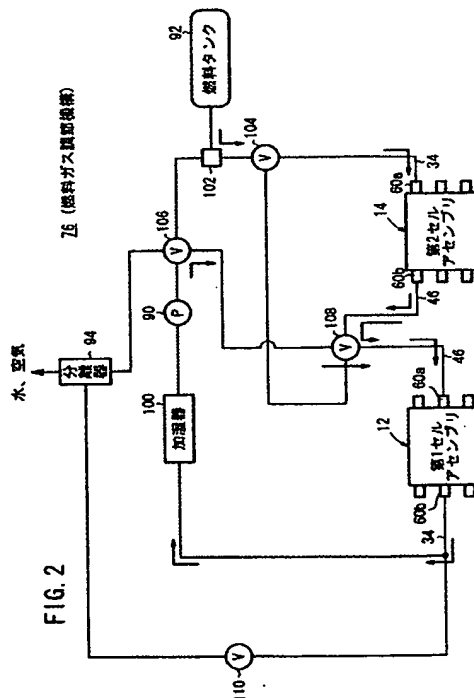
【図6】本実施の形態に係る燃料ガス調節機構の始動時暖気運転状況における説明図であ

【図7】本実施の形態に係る酸化剤ガス調節機構の始動時暖気運転状況における説明図である。

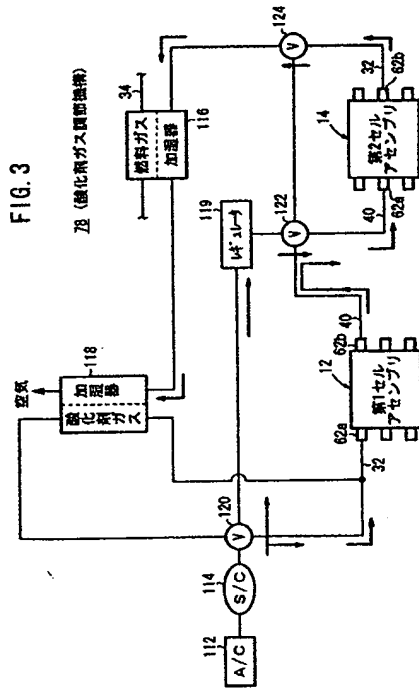
【符号の説明】

- | | |
|-------------------------------|---------------------|
| 1 0…燃料電池 | 1 2…第1セルアセンブリ |
| 1 4…第2セルアセンブリ | 1 8、2 0…接合体 |
| 2 2 a、2 2 b…固体高分子電解質膜 | 2 4 a、2 4 b…カソード側電極 |
| 2 6 a、2 6 b…アノード側電極 | |
| 2 8 a、2 8 b、3 0 a、3 0 b…セパレータ | |
| 3 2…酸化剤ガス循環流路 | 3 4…燃料ガス循環流路 |
| 3 6…冷却媒体循環流路 | 3 8、4 2…酸化剤ガス流路 |
| 4 0…酸化剤ガス連通路（燃料ガス出入流路） | |
| 4 4、4 8…燃料ガス流路 | |
| 4 6…燃料ガス連通路（酸化剤ガス出入流路） | |
| 5 0、5 4…冷却媒体流路 | |
| 5 2…冷却媒体連通路（冷却媒体出入流路） | |
| 6 0 a…燃料ガス供給口 | 6 0 b…燃料ガス排出口 |
| 6 2 a…酸化剤ガス供給口 | 6 2 b…酸化剤ガス排出口 |
| 6 4 a…冷却媒体供給口 | 6 4 b…冷却媒体排出口 |

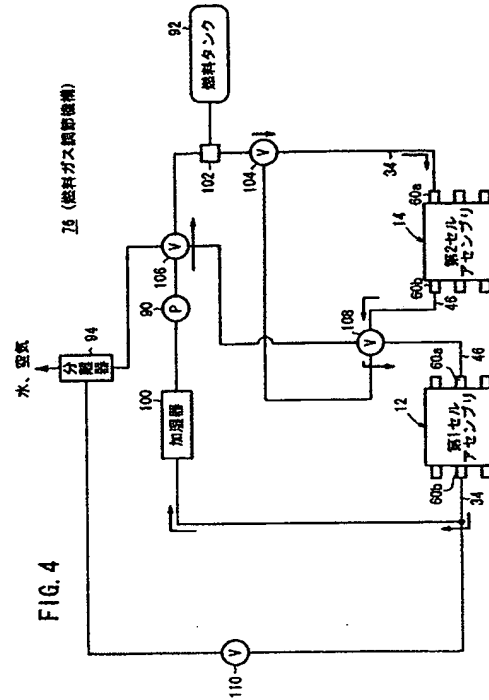
【図2】



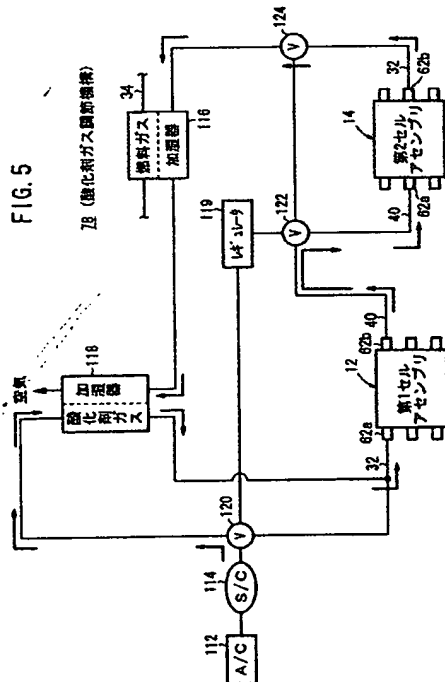
【図3】



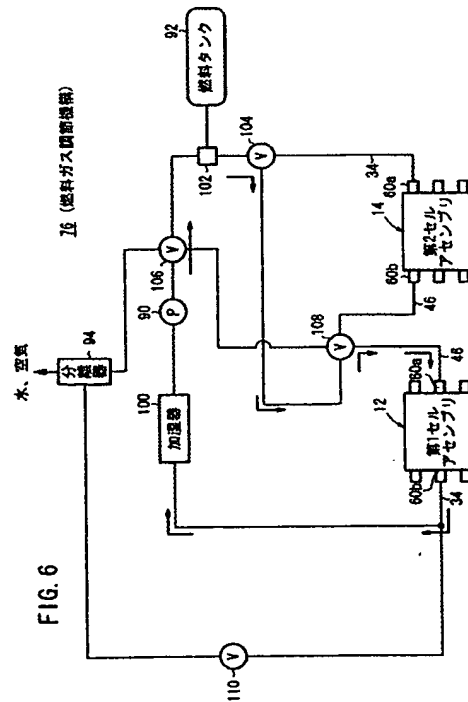
【図4】



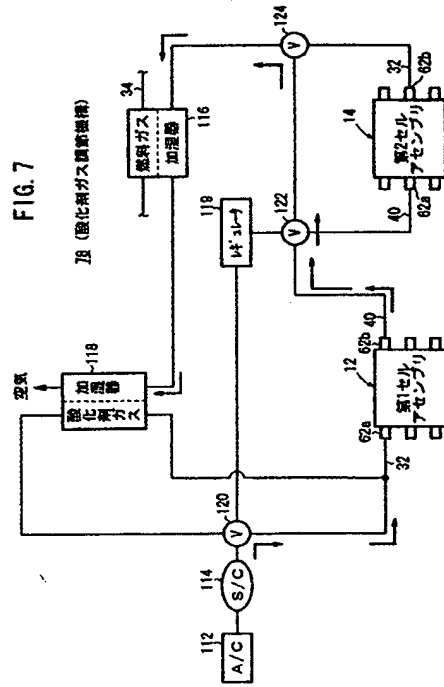
【図5】



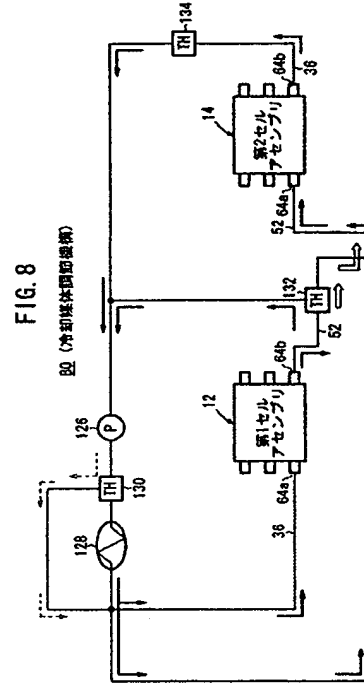
【図6】



【図7】



【図8】



(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

H O 1 M 8/10

(72)発明者 小坂 祐一郎

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

Fターム(参考) 5H026 AA06 CC03

5H027 AA06 CC06 MM01 MM16